

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 9月25日

Masayoshi SAWAI, et al. Q77693
METHOD OF ASSISTING WIRING.....
Darryl Mexic 202-293-7060
September 25, 2003
3 of 6

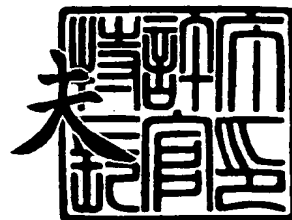
出願番号
Application Number: 特願2002-279502
[ST. 10/C]: [JP2002-279502]

出願人
Applicant(s): 矢崎総業株式会社

2003年11月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 P84603-79

【提出日】 平成14年 9月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01B 13/00

【発明の名称】 ワイヤー様構造物の配線設計支援方法及びその装置

【請求項の数】 8

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県湖西市鷺津 2 4 6 4 - 4 8 矢崎部品株式会社内

 【氏名】 澤井 正義

【特許出願人】

 【識別番号】 000006895

 【氏名又は名称】 矢崎総業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100060690

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 瀧野 秀雄

 【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

 【識別番号】 100097858

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 越智 浩史

 【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108017

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松村 貞男

 【電話番号】 03-5421-2331

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100075421**【弁理士】****【氏名又は名称】** 垣内 勇**【電話番号】** 03-5421-2331**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 012450**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0004350**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ワイヤー様構造物の配線設計支援方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数本の線条材から構成されるワイヤー様構造物を、円形断面で線形性が保たれた複数の梁要素が結合された弾性体とみなし、有限要素法を利用して、力を加えながら前記ワイヤー様構造物を変位させた際に発生する現象を予測して出力することにより、前記ワイヤー様構造物の最適な配線設計を支援する方法であって、

前記有限要素法に前記ワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、前記力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、前記ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、前記ワイヤー様構造物に発生する歪み及び応力を算出して、これら算出結果を出力する、

ことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、

前記歪み及び応力をそれらの値に応じて多色表示する、

ことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、

前記歪み及び応力に替えて、前記ワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力及びモーメントを算出して、その算出結果を前記予測形状と共に出力する、

ことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援方法。

【請求項 4】 請求項 3 記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、

前記反力及びモーメントを矢印にて表示する、

ことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援方法。

【請求項 5】 請求項 1 記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、

前記歪み及び応力と共に、前記ワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力及び

モーメントも算出して、それらの算出結果を前記予測形状と共に出力する、
ことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援方法。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、

前記ワイヤー様構造物は、車両に配線されるワイヤーハーネスであり、

前記拘束条件は、前記複数の梁要素の各頂点の座標及び前記各頂点における自由度とし、

前記形状特性は、前記ワイヤー様構造物の梁要素の断面積及び長さとし、そして、

前記材料特性は、前記梁要素の断面 2 次モーメント、断面 2 次極モーメント、密度、縦弾性係数及び横弾性係数とする、

ことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援方法。

【請求項 7】 複数本の線条材から構成されるワイヤー様構造物を、円形断面で線形性が保たれた複数の梁要素が結合された弾性体とみなし、有限要素法を利用して、力を加えながら前記ワイヤー様構造物を変位させた際に発生する現象を予測して出力することにより、前記ワイヤー様構造物の最適な配線設計を支援する装置であって、

前記有限要素法に、所定の設定手段にて設定された前記ワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、前記力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、前記ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、前記ワイヤー様構造物に発生する歪み及び応力を算出する歪み応力算出手段と、

前記応力算出手段にて算出された前記予測形状、並びに、前記歪み及び応力を出力する歪み応力出力手段と、

を含むことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援装置。

【請求項 8】 複数本の線条材から構成されるワイヤー様構造物を、円形断面で線形性が保たれた複数の梁要素が結合された弾性体とみなし、有限要素法を利用して、力を加えながら前記ワイヤー様構造物を変位させた際に発生する現象を予測して出力することにより、前記ワイヤー様構造物の最適な配線設計を支援する装置であって、

前記有限要素法にて、所定の設定手段にて前記ワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、前記力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、前記ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、前記ワイヤー様構造物に発生する反力及びモーメントを算出する反力モーメント算出手段、

前記応力算出手段にて算出された前記予測形状、並びに、前記反力及びモーメントを出力する反力モーメント出力手段と、

を含むことを特徴とするワイヤー様構造物の配線設計支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の線条材から構成されるワイヤー様構造物の配線設計支援方法及びその装置に関し、特に、ワイヤー様構造物として車両に配線されるワイヤーハーネスの最適な配線設計を支援する方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、車両等においては多種多様の電装品が搭載されるようになっており、それらは、上記線条材として、複数の電線や通信線がインシュロック等の結束部材やテープ等の保護部材によって束ねられた、いわゆる、ワイヤーハーネスで接続されている。図1に示すように、ワイヤーハーネス1は、各端部に電装品等と接続されるコネクタ2a、2b、2c、2dが取り付けられている。また、その中間部には各種クリップ3a、3b、3c、3dが取り付けられ、更に、分岐点4を有している。なお、各端部から分岐点4までを構成するワイヤーハーネス1の各枝線は、基本的に、それぞれ構成線条材の数や種類が異なるので、各枝線の太さ、長さ、弾性、剛性等も様々である。そして、従来、このようなワイヤーハーネスの配線設計は、主として、設計者の勘と経験によって行われることが多かった。

【0003】

ここで、本明細書中で引用する文献を以下に示す。

【0004】

【非特許文献 1】

B. ナス著「マトリックス有限要素法」ブレイン図書出版株式会社出版、1978年8月10日、p. 7-15

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

ところが、ワイヤーハーネスには各部に曲げやねじりに対する剛性等があるため最適な設計を行うことは容易ではなく、特に、上記のようにして設計されたワイヤーハーネスにおいては、作業者が配線時にコネクタやクリップを定められた固定点に取り付けるために無理な力を強いられたり、無理な取り付けにより、配線完了後にコネクタやクリップが離脱したり、破損したりすることもあった。したがって、最適なワイヤーハーネスの配線を設計するためには高度な熟練が求められたり、試行錯誤により多大な時間を浪費することになっていた。

【0006】

よって本発明は、上述した現状に鑑み、ワイヤー様構造物を弾性体及び弾塑性体とみなして有限要素法を適用することにより、合理的な経路設計や作業手順の立案、並びに拘束部材の最適配置や耐久性の検討を、設計者の熟練度に依存することなく、容易かつ正確に行えるように支援する方法及び装置を提供することを課題としている。

【0007】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するためになされた請求項 1 記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、複数本の線条材 11 から構成されるワイヤー様構造物 1 を、円形断面で線形性が保たれた複数の梁要素が結合された弾性体とみなし、有限要素法を利用して、力を加えながら前記ワイヤー様構造物を変位させた際に発生する現象を予測して出力することにより、前記ワイヤー様構造物の最適な配線設計を支援する方法であって、前記有限要素法に前記ワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、前記力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、前記ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、前記ワイヤー様構造物に発生する歪み及び応力を算出して、これら算出結果を出力する、ことを特徴とする。

【0008】

また、上記課題を解決するためになされた請求項2記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、請求項1記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、前記歪み及び応力をそれらの値に応じて多色表示する、ことを特徴とする。

【0009】

また、上記課題を解決するためになされた請求項3記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、請求項1記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、前記歪み及び応力に替えて、前記ワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力及びモーメントを算出して、その算出結果を前記予測形状と共に出力する、ことを特徴とする。

【0010】

また、上記課題を解決するためになされた請求項4記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、請求項3記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、前記反力及びモーメントを矢印にて表示する、ことを特徴とする。

【0011】

また、上記課題を解決するためになされた請求項5記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、請求項1記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、前記歪み及び応力と共に、前記ワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力及びモーメントも算出して、それらの算出結果を前記予測形状と共に出力する、ことを特徴とする。

【0012】

また、上記課題を解決するためになされた請求項6記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、請求項1～5のいずれか一項に記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法において、前記ワイヤー様構造物は、車両に配線されるワイヤーハーネス1であり、前記拘束条件は、前記複数の梁要素の各頂点の座標及び前記各頂点における自由度とし、前記形状特性は、前記ワイヤー様構造物の梁要素の断面積及び長さとし、そして、前記材料特性は、前記梁要素の断面2次モーメント、断面2次極モーメント、密度、縦弾性係数及び横弾性係数とする、ことを

特徴とする。

【0013】

また、上記課題を解決するためになされた請求項7記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、複数本の線条材11から構成されるワイヤー様構造物1を、円形断面で線形性が保たれた複数の梁要素が結合された弾性体とみなし、有限要素法を利用して、力を加えながら前記ワイヤー様構造物を変位させた際に発生する現象を予測して出力することにより、前記ワイヤー様構造物の最適な配線設計を支援する装置であって、前記有限要素法に、所定の設定手段にて設定された前記ワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、前記力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、前記ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、前記ワイヤー様構造物に発生する歪み及び応力を算出する歪み応力算出手段と、前記応力算出手段にて算出された前記予測形状、並びに、前記歪み及び応力を出力する歪み応力出力手段と、を含むことを特徴とする。

【0014】

また、上記課題を解決するためになされた請求項8記載のワイヤー様構造物の配線設計支援方法は、複数本の線条材11から構成されるワイヤー様構造物1を、円形断面で線形性が保たれた複数の梁要素が結合された弾性体とみなし、有限要素法を利用して、力を加えながら前記ワイヤー様構造物を変位させた際に発生する現象を予測して出力することにより、前記ワイヤー様構造物の最適な配線設計を支援する装置であって、前記有限要素法に、所定の設定手段にて前記ワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、前記力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、前記ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、前記ワイヤー様構造物に発生する反力及びモーメントを算出する反力モーメント算出手段と、前記応力算出手段にて算出された前記予測形状、並びに、前記反力及びモーメントを出力する反力モーメント出力手段と、を含むことを特徴とする。

【0015】

請求項1及び請求項7記載の発明によれば、有限要素法にワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、ワイヤー様構造物に発生する歪

み及び応力を算出して、これら算出結果を出力する。このように、有限要素法を用いることにより、力を加えながらワイヤー様構造物を変位させた際に発生する歪みや応力を正確に予知できる。

【0016】

また、請求項2記載の発明によれば、歪みや応力がそれらの値に応じて多色表示されるので、容易かつ直感的にワイヤー様構造物上の歪みや応力を認識できる。

【0017】

また、請求項3及び請求項8記載の発明によれば、有限要素法にワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、ワイヤー様構造物に発生する反力及びモーメントを算出して、これら算出結果を出力する。このように、有限要素法を用いることにより、力を加えながらワイヤー様構造物を変位させた際に発生するワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力やモーメントを正確に予知できる。

【0018】

また、請求項4記載の発明によれば、反力やモーメントが矢印にて表示されるので、容易かつ直感的にワイヤー様構造物上の拘束点に発生する反力やモーメントを認識できる。

【0019】

また、請求項5記載の発明によれば、有限要素法を用いて、歪み及び応力と共に、ワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力及びモーメントも算出して、それらの算出結果を予測形状と共に出力するので、力を加えながらワイヤー様構造物を変位させた際のワイヤー様構造物への影響を正確に把握できる。

【0020】

また、請求項6記載の発明によれば、拘束条件は、複数の節点の座標及び各節点における拘束自由度とし、形状特性は、複数の梁要素それぞれの断面積及び長さとし、そして、材料特性は、複数の梁要素それぞれの断面2次モーメント、断面2次極モーメント、密度、縦弾性係数及び横弾性係数とし、これらの値はすべ

て、車両に配線されるワイヤーハーネスから予め取得できるものであるので、実際の組み付け作業を想定した現実的な確な経路の検討が可能になる。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

まず、図 1 及び図 2 を用いて、設計対象となるワイヤー様構造物としてのワイヤーハーネスの全体形状及び代表的な支持部材について説明する。図 1 は、本発明の実施形態にて設計対象となるワイヤーハーネスの全体形状を概略的に示す図である。図 2 は、ワイヤーハーネスを支持する代表的な支持部材と拘束自由度との関係を示す図である。後述するが、本実施形態は、ここに示すようなワイヤーハーネスに対して予測形状をシミュレーション出力することにより、設計を支援するものである。

【 0 0 2 2 】

本実施形態にて設計対象となるワイヤーハーネス 1 は、上述のように両端部に図示しない電装品と接続されるコネクタ 2 a、2 b、2 c、2 d が取り付けられ、その中間部には各種クリップ 3 a、3 b、3 c、3 d が取り付けられ、更に、分岐点 4 を有している。ワイヤーハーネス 1 の各枝線は、基本的に、それぞれ構成線條材の数や種類が異なるので、各枝線の太さ、長さ、弾性、剛性等も異なる。

【 0 0 2 3 】

上記各コネクタ 2 a、2 b、2 c、2 d は、電装品側の相手方コネクタの固定位置及びその装着方向に応じて所定の位置に着脱可能に固定され、ワイヤーハーネスの端部を完全拘束する。また、上記各クリップ 3 a、3 b、3 c、3 d は、ワイヤーハーネスの所定部位を、電装品の筐体やステー等の所定位置に完全拘束又は回転拘束される。

【 0 0 2 4 】

ここで、クリップについて説明を加える。クリップには、基本的に、長穴クリップ及び丸穴クリップがある。丸穴クリップは、回転クリップともよばれ、ワイヤーハーネスを保持する台座部とステー等に設けられた丸穴形状の取付穴に挿入

される支持脚とから構成される。丸穴クリップは、Z 軸（取付部位に鉛直方向）廻りに回転可能である。

【0025】

一方、長穴クリップは、固定クリップともよばれ、ワイヤーハーネスを保持する台座部とステー等に設けられた長穴形状の取付穴に挿入される支持脚とから構成される。この支持脚の断面形状は、取付穴と略同様の長穴形状をしている。長穴クリップは、Z 軸廻りに回転不可能である。

【0026】

更に、長穴クリップ及び丸穴クリップには、X 軸（ワイヤーハーネスの長手方向）廻りに回転可能な、コルゲート長穴クリップ及びコルゲート丸穴クリップがある。このような各クリップの各軸方向及び各軸廻りの拘束自由度は図 2 に示す通りである。

【0027】

図 2 において、X 軸、Y 軸及び Z 軸は、ワイヤーハーネス上の各節点（又はノードともよぶ）における右手ローカル座標系での直行する 3 軸に相当する。例えば、Z 軸をクリップ軸と一致するようにしているが、これらの決定方法は、使用する関数によって適宜変更可能である。なお、図中、参考のために、分岐点の拘束自由度についても示している。また、ここでは図示しないが、上記拘束点以外に任意に設定されたワイヤーハーネス上の節点は、基本的に、完全自由である。このような拘束自由度が、後述するように、予測経路や反力等の算出に先立ち、各節点にそれぞれ、設定される。

【0028】

次に、図 3～図 6 を参照しながら、本実施形態において前提となる仮定条件、利用される理論及び基本式の概略について説明する。図 3（A）は、ワイヤーハーネスの外観を示す図であり、図 3（B）は、図 3（A）のワイヤーハーネスを離散化した様子を示す図であり、図 3（C）は、図 3（A）のワイヤーハーネスを梁要素と節点とで表した図である。図 4 は、梁要素と節点とで表したワイヤーハーネスにおける自由度を説明するための図である。図 5（A）は、ワイヤーハーネスを 3 つの梁要素で表した図であり、図 5（B）は、図 5（A）の 3 つの梁

要素を結合した状態を示す図である。そして、図 6 (A) は、断面 2 次モーメント及び縦弾性係数を測定する様子を示す図であり、図 6 (B) は、断面 2 次モーメント及び縦弾性係数を測定する様子を示す図である。

【0029】

まず、本実施形態では、ワイヤーハーネスの設計に有限要素法を利用するに際し、以下のような仮定をする。

- ①. ワイヤーハーネスを弾性体と仮定する。
- ②. ワイヤーハーネスを梁要素が結合されたものと仮定する。
- ③. 各梁要素に線形性が保たれるものと仮定する。
- ④. ワイヤーハーネスの断面を円形であると仮定する。

本実施形態において、このような仮定をすることにより、従来なされていなかった、ワイヤーハーネスへの有限要素法の適用が可能になる。

【0030】

本実施形態においては、まず、ワイヤーハーネスを離散化する。すなわち、図 3 (A) に示すように、複数の電線 11 がテープ 12 等の保護部材によって束ねられたワイヤーハーネス 1 は連続体とみなすことができる。次に、図 3 (B) に示すように、このようなワイヤーハーネス 1 を、いくつかの梁要素 C 1、C 2、C 3、…に分割（離散化）する。すなわち、ワイヤーハーネスは 1 本のロープのようなものなので、有限個の梁要素をつなげたものとみなすことができる。

【0031】

したがって、図 3 (C) に示すように、ワイヤーハーネスは、複数の梁要素 C 1、C 2、C 3、…を複数のノード N 1、N 2、N 3、…で結合したものとして表すことができる。梁要素に必要な特性値は以下の通りである。

長さ l (図 3 (B) 参照)

断面積 A (図 3 (B) 参照)

断面 2 次モーメント I

断面 2 次極モーメント J

密度 ρ

縦弾性係数 E

横弾性係数 G

なお、後述するが、本明細書中、長さ l 及び断面積 A を形状特性とし、断面 2 次モーメント I 、断面 2 次極モーメント J 、密度 ρ 、縦弾性係数 E 及び横弾性係数 G を材料特性としている。

【0032】

そして、図 4 に示すように、各梁要素 C (C_1 、 C_2 、 C_3 、...) はそれぞれ、2 つの節点 α 及び節点 β を有する。3 次元空間においては、節点 α は、3 つの並進成分と 3 つの回転成分を持つため、合計 6 つの自由度を持つ。また、節点 β も同様である。したがって、梁要素 C は 12 自由度を持つことになる。

【0033】

なお、図中、

F_{xi} : i 番要素の x i 軸方向の力

F_{yi} : i 番要素の y i 軸方向の力

F_{zi} : i 番要素の z i 軸方向の力

M_{xi} : i 番要素の x i 軸周りのモーメント

M_{yi} : i 番要素の y i 軸周りのモーメント

M_{zi} : i 番要素の z i 軸周りのモーメント

U_{xi} : i 番要素の x i 軸方向の変位

U_{yi} : i 番要素の y i 軸方向の変位

U_{zi} : i 番要素の z i 軸方向の変位

θ_{xi} : i 番要素の x i 軸方向の角変位

θ_{yi} : i 番要素の y i 軸方向の角変位

θ_{zi} : i 番要素の z i 軸方向の角変位

α は左側の節点、 β は右側の節点

を示す。

【0034】

ところで、振動してない静的な力による構造物の変位は、弾性範囲内では、以下の式 (1) に示すフックの法則が成り立つことが知られている。

$$Kx = F \cdots (1)$$

ここで、 K ：ばね定数、 x ：変位、 F ：力
を示す。

【 0 0 3 5 】

また、図 4 で示した梁要素 C にも同様にフックの法則が成り立つことが知られている。但し、梁要素 C は、上記のように 1 2 自由度をもつため、以下の式 (2) で示すように、1 2 行 1 2 列のマトリクスと 1 2 行のベクトルとで、力と変位との関係を表現することができる。

【 0 0 3 6 】

梁要素C 2 の節点 2β 及び梁要素C 3 の節点 3α の変位も等しくなり、これら両節点に加わる力も釣り合うことになる。したがって、これら変位の連続性と力の釣り合いの条件を満たすことで、梁要素C 1 及びC 2、梁要素C 2 及びC 3 を、図5 (B) に示すように、結合することができる。

【0038】

なお、図中、

F_{xi} : i 番要素の x i 軸方向の力

F_{yi} : i 番要素の y i 軸方向の力

F_{zi} : i 番要素の z i 軸方向の力

M_{xi} : i 番要素の x i 軸周りのモーメント

M_{yi} : i 番要素の y i 軸周りのモーメント

M_{zi} : i 番要素の z i 軸周りのモーメント

U_{xi} : i 番要素の x i 軸方向の変位

U_{yi} : i 番要素の y i 軸方向の変位

U_{zi} : i 番要素の z i 軸方向の変位

θ_{xi} : i 番要素の x i 軸方向の角変位

θ_{yi} : i 番要素の y i 軸方向の角変位

θ_{zi} : i 番要素の z i 軸方向の角変位

を示し、

$i = 1\alpha、1\beta、2\alpha、2\beta、3\alpha、3\beta$ である。

【0039】

そして、図5 (B) に示した梁要素C 1、C 2、C 3における上記変位の連続性と力の釣り合いを上記式 (2) と同様の形式で示すと、以下の式 (3) のようになる。

【0040】

【数 2】

$$\begin{array}{c}
 \left. \begin{array}{c}
 \left\{ \begin{array}{c} F_{x1\alpha} \\ F_{y1\alpha} \\ F_{z1\alpha} \\ M_{x1\alpha} \\ M_{y1\alpha} \\ M_{z1\alpha} \end{array} \right\} \dots \left\{ \begin{array}{c} F_{x2\alpha} \\ F_{y2\alpha} \\ F_{z2\alpha} \\ M_{x2\alpha} \\ M_{y2\alpha} \\ M_{z2\alpha} \end{array} \right\} \dots \left\{ \begin{array}{c} F_{x3\alpha} \\ F_{y3\alpha} \\ F_{z3\alpha} \\ M_{x3\alpha} \\ M_{y3\alpha} \\ M_{z3\alpha} \end{array} \right\} \dots \left\{ \begin{array}{c} F_{x3\beta} \\ F_{y3\beta} \\ F_{z3\beta} \\ M_{x3\beta} \\ M_{y3\beta} \\ M_{z3\beta} \end{array} \right\} \\
 \{F\}
 \end{array} \right\} \dots (3) \\
 = \\
 \left. \begin{array}{c}
 \left\{ \begin{array}{c} U_{x1\alpha} \\ U_{y1\alpha} \\ U_{z1\alpha} \\ \theta_{x1\alpha} \\ \theta_{y1\alpha} \\ \theta_{z1\alpha} \end{array} \right\} \dots \left\{ \begin{array}{c} U_{x2\alpha} \\ U_{y2\alpha} \\ U_{z2\alpha} \\ \theta_{x2\alpha} \\ \theta_{y2\alpha} \\ \theta_{z2\alpha} \end{array} \right\} \dots \left\{ \begin{array}{c} U_{x3\alpha} \\ U_{y3\alpha} \\ U_{z3\alpha} \\ \theta_{x3\alpha} \\ \theta_{y3\alpha} \\ \theta_{z3\alpha} \end{array} \right\} \dots \left\{ \begin{array}{c} U_{x3\beta} \\ U_{y3\beta} \\ U_{z3\beta} \\ \theta_{x3\beta} \\ \theta_{y3\beta} \\ \theta_{z3\beta} \end{array} \right\} \\
 \{x\}
 \end{array} \right\} \\
 \left. \begin{array}{c}
 \left\{ \begin{array}{c} \text{1 2 列} \\ \text{1 2 行} \end{array} \right\} \text{M1} \quad \left\{ \begin{array}{c} \text{1 2 列} \\ \text{1 2 行} \end{array} \right\} \text{M2} \quad \left\{ \begin{array}{c} \text{1 2 列} \\ \text{1 2 行} \end{array} \right\} \text{M3} \\
 \text{1 2 列} \quad \text{1 2 行} \quad \text{1 2 列} \quad \text{1 2 行} \\
 \{K\}
 \end{array} \right\}
 \end{array}$$

【0041】

ここで、式(3)中の12行12列のマトリクスM1、M2及びM3は、上記式(2)で示したものと同様である。但し、マトリクスM1、M2及びM3が重なっている部分M12及びM23は、各マトリクスの各構成要素が足し合わされたものとなる。

【0042】

なお、4つ以上の梁要素についても、同様に扱うことができる。このようにして、任意の数の梁要素に分割されるワイヤーハーネスの数式モデルを作成するこ

とができる。

【0043】

ちなみに、上記式(3)を簡単に表すと、

$$[K] \{x\} = \{F\} \cdots (4)$$

となる。

したがって、例えば、各節点にクリップが取り付けられるものとして、クリップに加わる力を予め決定しておけば、上記式(4)に基づき、変位ベクトル $\{x\}$ を求めることにより、経路、すなわち、ワイヤーハーネスの形状を算出することができる。逆に、経路を決定しておけば、各節点における力ベクトル $\{F\}$ を算出できる。このような基本的な考え方に基づき、本実施形態では、ワイヤーハーネスの予測経路及び歪み、応力、反力、モーメント等を算出する。上記変位ベクトル $\{x\}$ 及び力ベクトル $\{F\}$ 中の未知数は、公知のNewton-Raphson法や弧長法等を用いてその解を求めることができる。

【0044】

なお、上記のような一般的なマトリックス有限要素法は、例えば、上記非特許文献1中でも示されている。

【0045】

ここで、本実施形態において、上記梁要素に必要な各特性値の求め方の一例について以下に示す。まず、長さ l 、断面積 A 及び密度 ρ は、対象となるワイヤーハーネスを作成し、ノギス、メジャー、重量計等を用いて計測した後、簡単な算出により求めることができる。

【0046】

また、縦弾性係数 E は、図6(A)に示す測定方法を行う場合、次式(5)で表すことができる。

$$E = FL^3 / 3XI \cdots (5)$$

また、断面2次モーメント I は、上記のようにワイヤーハーネスを円形断面と仮定したので、次式(6)で表すことができる。

$$I = \pi D^4 / 64 \cdots (6)$$

したがって、

$$E = 64FL^3 / 3\pi D^4 \dots (7)$$

となる。

この測定では、

$$E = (F/X) \times (64L^3 / 3\pi D^4)$$

として、Fとxとの関係を測定すればよい。

【0047】

一方、横弾性係数Gは、図6（B）に示す測定方法を行う場合、次式（8）で表すことができる。

$$G = (TL / \theta J) \times 2 \dots (8)$$

断面2次極モーメントJは、ワイヤーハーネスが円形断面と仮定したので、次式（9）で表すことができる。

$$J = \pi D^4 / 32 \dots (9)$$

また、ねじる力は、

$$T = FS \dots (10)$$

となる。

よって、

$$G = (32FSL / \theta \pi D^4) \times 2 = (F / \theta) (32SL / \pi D^4) \times 2 \dots (11)$$

したがって、Fと θ の関係を測定すればよい。

【0048】

上記測定方法は一例であり、上記測定例以外の方法によって各値を取得してもよい。また、予め代表的なワイヤーハーネスを測定しておきデータベース化しておき、これを適宜利用するようにしてもよい。

【0049】

次に、上記理論及び基本式を利用して後述する処理手順にしたがってワイヤーハーネスの形状を算出及び出力する、本実施形態に係るハードウェア構成について説明する。図7は、本実施形態に係るハードウェア構成を示すブロック構成図である。

【0050】

図7に示すように、本実施形態では、マイクロコンピュータ21、入力装置22、表示装置23、印字装置24、記憶装置25及び通信インターフェース26で基本構成される、例えば、パーソナルコンピュータが用いられる。マイクロコンピュータ21は、CPU21a（中央演算装置）、ブートプログラム等を記憶するROM21b、各種処理結果を一時的に記憶するRAM21cを含む。入力装置22は上記各値等を入力するキーボード、マウス等であり、表示装置23は処理結果を表示するCRT等であり、印字装置24は処理結果を印字するプリンタである。また、記憶装置25は処理結果を記憶するハードディスクドライブやコンパクトディスク等の可搬型記録媒体であり、通信インターフェース26は外部装置と、例えば、LAN回線を用いてデータ通信を行うためのモデムボード等である。これらの各構成要素は、内部バス27を介して接続されている。CPU21aは、ROM21bに記憶されるブートプログラムにしたがって起動され、入力装置22にて入力及び設定されたワイヤーハーネスの配線に関する各値及び記憶装置25に記憶される本実施形態に係る処理手順を示すアプリケーションプログラムにしたがって、本実施形態に係る処理等を行い、表示装置23や印字装置24から出力させたり、その結果を記憶装置25に記憶させたりする。CPU21aが行う本実施形態に係る処理手順は、図8を用いて後述する。

【0051】

更に、図8及び図9を用いて、本実施形態に係る処理手順について説明する。図8は、図7に示したハードウェア構成を用いて行われる本実施形態に係る処理手順を示すフローチャートである。図9（A）～図9（D）はそれぞれ、図8に示す各処理の過程における出力結果を例示する図である。

【0052】

まず、図8に示すステップS1において設定された初期値に基づいて、ステップS2において初期形状が算出され、ステップS3において、図9（A）に示すように、算出された初期形状31が出力される。この初期形状31を得るための初期値としては、例えば、対象となるワイヤーハーネスの両端のコネクタが取り付けられる位置が用いられるが、このコネクタの拘束方向や、このワイヤーハーネスの中間部に取り付けられるクリップの座標及び拘束方向、或いは、このワイ

ヤーハーネスの最小曲げ半径等を用いてもよい。すなわち、対象となるワイヤーハーネスの組み付け前の形状が反映された初期形状を出力することが好ましい。上記形状算出処理はマイコン 21 にて行われ、初期値の設定には入力装置 22 が用いられ、初期形状の出力には表示装置 23 が用いられる。なお、以降の処理においても、形状算出処理はマイコン 21 にて行われ、各値の設定には入力装置 22 が用いられ、算出結果の出力には表示装置 23 が用いられる。

【0053】

次に、ステップステップ S4 においては、上記出力された初期形状 31 に対して、図 9 (B) に示すような各節点 33a ~ 33z を割り当てると共に、これら各節点 33a ~ 33z における各拘束条件が設定される。拘束条件としては、各節点 33a ~ 33z に対する図 2 で示したような拘束種類（完全拘束、回転拘束、完全自由等）やローカル座標等が設定される。各節点 33a ~ 33z としては、コネクタやクリップ等の支持部材が取り付けられる部位等が割り当てられる。なお、拘束種類の設定には、図 2 で示したように、コネクタ、クリップ等の支持部材名を利用してもよい。ここで設定される各値は、上記式 (3) 中の変位ベクトル $\{x\}$ 中の各要素に係わる。

【0054】

これと共に、ステップ S4 においては、被予測ワイヤーハーネスの形状特性及び材料特性も設定される。形状特性としては上記長さ l 及び断面積 A が設定され、材料特性としては、断面 2 次モーメント I 、断面 2 次極モーメント J 、密度 ρ 、縦弾性係数 E 及び横弾性係数 G が設定される。これらは、上記のようにして予め計測或いは算出されている値が利用される。ここで設定される値は、上記式 (3) 中の剛性マトリクス $[K]$ 中の各要素に係わる。

【0055】

次に、ステップ S5 においては、ワイヤーハーネスの所定部位に加える力 f の大きさ及び向きが設定される。加える力 f の大きさ及び向きは、ワイヤーハーネスを初期形状から最終形状に至るまでの中間点に変位させるための値にしてもよいし、ワイヤーハーネスを一気に最終形状に変位させるための値にしてもよい。力 f を加える部位は、図 9 (B) に示すように、例えば、節点 33z のみとして

もよいし、節点 33a 以外の節点 33b～33z の全てとしてもよいし、或いは、このうちのいずれかとしてもよい。加える力 f は、力を加える部位に、全てに均等であってもよいし、適宜、差を持たせてもよい。また、加える力 f としては、このワイヤーハーネス自体の重力 G も含ませるようにすると、より現実的になる。

【0056】

また、この加える力 f は、例えば、組付け時に予想される作業者の動き等に基づくようにしてもよい。ここで設定される値は、上記式 (3) 中の力ベクトル $[f]$ 中の各要素に係わる。このように力 f を設定することにより、組付け時に予想される作業者の動き等を正確に反映させたワイヤー様構造物の変形の様子を検討することが可能になる。また、所定部位を任意に引っ張ったり、曲げたりした場合のワイヤー様構造物の変形の様子も検討することが可能になる。

【0057】

このような各値の設定が完了すると、ステップ S6 に進んで、現在、表示中の経路形状が消去される。次に、有限要素法が適用されて、ステップ S7 において新予測形状が算出され、ステップ S8 において歪み及び応力が算出され、ステップ S9 において拘束点に発生する反力及びモーメントが算出される。

【0058】

すなわち、ステップ S7～ステップ S9 においては、上記ステップ S4 及びステップ S5 で設定された各値が上記式 (3) に適用されて、上記式 (3) 中の各未知数が算出される。詳しくは、式 (3) 中の変位ベクトル $\{x\}$ の未知数が算出されると、ワイヤーハーネスの新予測形状が得られる。更に、式 (3) 中の力ベクトル $\{F\}$ 中の未知数が算出されると、このワイヤーハーネスに対する歪み及び応力、反力及びモーメントが算出可能になる。なお、周知のように、応力は (外力/断面積)、歪みは (伸び/長さ) と表されるので、応力及び歪みを算出する際には、これらの関係式も利用される。ステップ S7 及びステップ S8 は請求項の歪み応力算出手段に相当し、ステップ S7 及びステップ S9 は請求項の反力モーメント算出手段に相当する。

【0059】

次に、ステップS10において、図9（C）に示すように、上記算出された新予測形状が表示される。なお、図9（C）に示す新予測形状36の各節点35a、35b、35c、35d、35e、35f、35g及び35zは、図9（B）に示した初期形状31における各節点33a、33b、33c、33d、33e、33f、33g及び33zに対応する。節点33aの位置は節点35aの位置と一致し、その他の節点は加えられた力f及び重力Gにより変位している。

【0060】

次に、ステップS11において、算出された歪みや応力が新予測形状36と共に、上記表示装置23上に表示される。表示形態は、数値によるものでもよいが、好ましくは、歪みや応力がそれらの値に応じて多色表示されるようにする。例えば、図9（D）に示すように、歪みや応力の値が大きいワイヤーハーネスの部位36bは赤色で表示され、それらの値が小さい部位36aは緑色で表示されるようにする。このように、多色表示することにより、容易かつ直感的にワイヤー様構造物上の歪みや応力を認識できるようになる。なお、上記ステップS10及びステップS11は、請求項の歪み応力出力手段に相当する。

【0061】

また、ステップS12においては、算出された反力やモーメントが新予測形状36と共に、上記表示装置23上に表示される。表示形態は、数値によるものでもよいが、好ましくは、反力やモーメントがそれぞれ、矢印37a、37b、及び38a、38bにて、表示されるようにする。このように、矢印表示することにより、コネクタやクリップ等の拘束部材の配置や耐久性の検討が容易になる。なお、上記ステップS10及びステップS12は、請求項の反力モーメント出力手段に相当する。

【0062】

次に、ステップS13においては、入力装置22の所定操作等による終了トリガの有無が判定され、終了トリガが有れば上記一連の処理を終了するが（ステップS13のY）、終了トリガがない限り上記ステップS5に戻る（ステップS13のN）。ステップS5に戻ると、最終形状に至るまでの次の中間点に変位させるための値、或いは、ワイヤーハーネスを一気に最終形状に変位させるための値

が設定されて、上記と同様の処理手順にて、次の新予測形状と共にこれに対応する歪みや応力、反力やモーメントが再表示される。このような処理は、任意に繰り返し替えることが可能である。これにより、初期形状から最終形状に至るまで、ワイヤーハーネスに所定の力を加えながら変位させていき、その際に加えられた力に基づいて、実際に作業ができるが否かを検討することが可能となる。

【0063】

このように、本実施形態によれば、ワイヤーハーネスの経路設計に有限要素法を用いることを可能にし、力を加えながらワイヤー様構造物を変位させた際に発生する歪みや応力、拘束点に発生する反力やモーメントを正確に予知可能にする。したがって、本実施形態によれば、無理な負荷がかかることない経路設計や作業手順の立案、並びに拘束部材の最適な配置や耐久性の検討が、設計者の熟練度に依存することなく、容易かつ正確に行えるようになる。

【0064】

なお、本発明の方法及び装置は、車両内に配線されるワイヤーハーネスに限定されず、屋内に配線されるワイヤー様構造物にも、同様に適用可能である。また、上記実施形態では、分岐点のないワイヤーハーネスを例示したが、本発明の方法及び装置は、分岐点を有するワイヤーハーネスにも同様に適用可能である。

【0065】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1及び請求項7記載の発明によれば、有限要素法にワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、ワイヤー様構造物に発生する歪み及び応力を算出して、これら算出結果を出力する。このように、有限要素法を用いることにより、力を加えながらワイヤー様構造物を変位させた際に発生する歪みや応力を正確に予知できる。

【0066】

また、請求項2記載の発明によれば、歪みや応力がそれらの値に応じて多色表示されるので、容易かつ直感的にワイヤー様構造物上の歪みや応力を認識できる。

【0067】

また、請求項3及び請求項8記載の発明によれば、有限要素法にワイヤー様構造物の形状特性、材料特性及び拘束条件、並びに、力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、ワイヤー様構造物の予測形状、並びに、ワイヤー様構造物に発生する反力及びモーメントを算出して、これら算出結果を出力する。このように、有限要素法を用いることにより、力を加えながらワイヤー様構造物を変位させた際に発生するワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力やモーメントを正確に予知できる。

【0068】

また、請求項4記載の発明によれば、反力やモーメントが矢印にて表示されるので、容易かつ直感的にワイヤー様構造物上の拘束点に発生する反力やモーメントを認識できる。

【0069】

また、請求項5記載の発明によれば、有限要素法を用いて、歪み及び応力と共に、ワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力及びモーメントも算出して、それらの算出結果を予測形状と共に出力するので、力を加えながらワイヤー様構造物を変位させた際のワイヤー様構造物への影響を正確に把握できる。

【0070】

また、請求項6記載の発明によれば、拘束条件は、複数の節点の座標及び各節点における拘束自由度とし、形状特性は、複数の梁要素それぞれの断面積及び長さとし、そして、材料特性は、複数の梁要素それぞれの断面2次モーメント、断面2次極モーメント、密度、縦弾性係数及び横弾性係数とし、これらの値はすべて、車両に配線されるワイヤーハーネスから予め取得できるものであるので、実際の組み付け作業を想定した現実的な確な経路の検討が可能になる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の実施形態にて設計対象となるワイヤーハーネスの全体形状を概略的に示す図である。

【図2】

ワイヤーハーネスを支持する代表的な支持部材と拘束自由度との関係を示す図である。

【図 3】

図 3 (A) は、ワイヤーハーネスの外観を示す図であり、図 3 (B) は、図 3 (A) のワイヤーハーネスを離散化した様子を示す図であり、図 3 (C) は、図 3 (A) のワイヤーハーネスを梁要素と節点とで表した図である。

【図 4】

梁要素と節点とで表したワイヤーハーネスにおける自由度を説明するための図である。

【図 5】

図 5 (A) は、ワイヤーハーネスを 3 つの梁要素で表した図であり、図 5 (B) は、図 5 (A) の 3 つの梁要素を結合した状態を示す図である。

【図 6】

図 6 (A) は、断面 2 次モーメント及び縦弾性係数を測定する様子を示す図であり、図 6 (B) は、断面 2 次モーメント及び縦弾性係数を測定する様子を示す図である。

【図 7】

本実施形態に係るハードウェア構成の一例を示すブロック構成図である。

【図 8】

本実施形態に係る処理手順を示すフローチャートである。

【図 9】

図 9 (A) ～図 9 (D) はそれぞれ、図 8 に示す各処理の過程における出力結果を例示する図である。

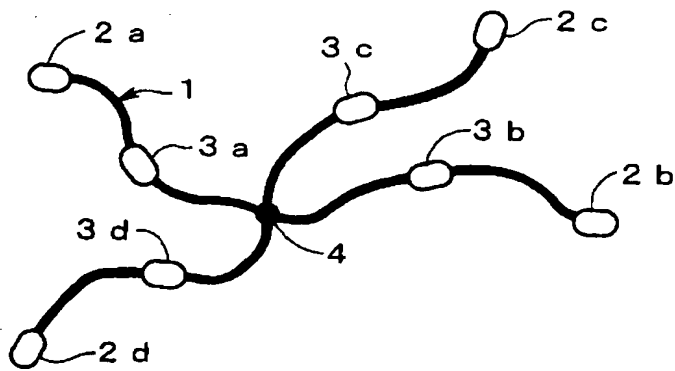
【符号の説明】

- 1 ワイヤーハーネス（ワイヤー様構造物）
- 2 a、2 b、2 c、2 d コネクタ
- 3 a、3 b、3 c、3 d クリップ
- 4 分岐点
- 21 マイクロコンピュータ

2 2 入力装置
2 3 表示装置
2 4 印字装置
2 5 記憶装置
2 6 通信インターフェース
2 7 内部バス
C 1 ~ C 7 梁要素
N 1 ~ N 8 節点 (ノード)

【書類名】 図面

【図 1】

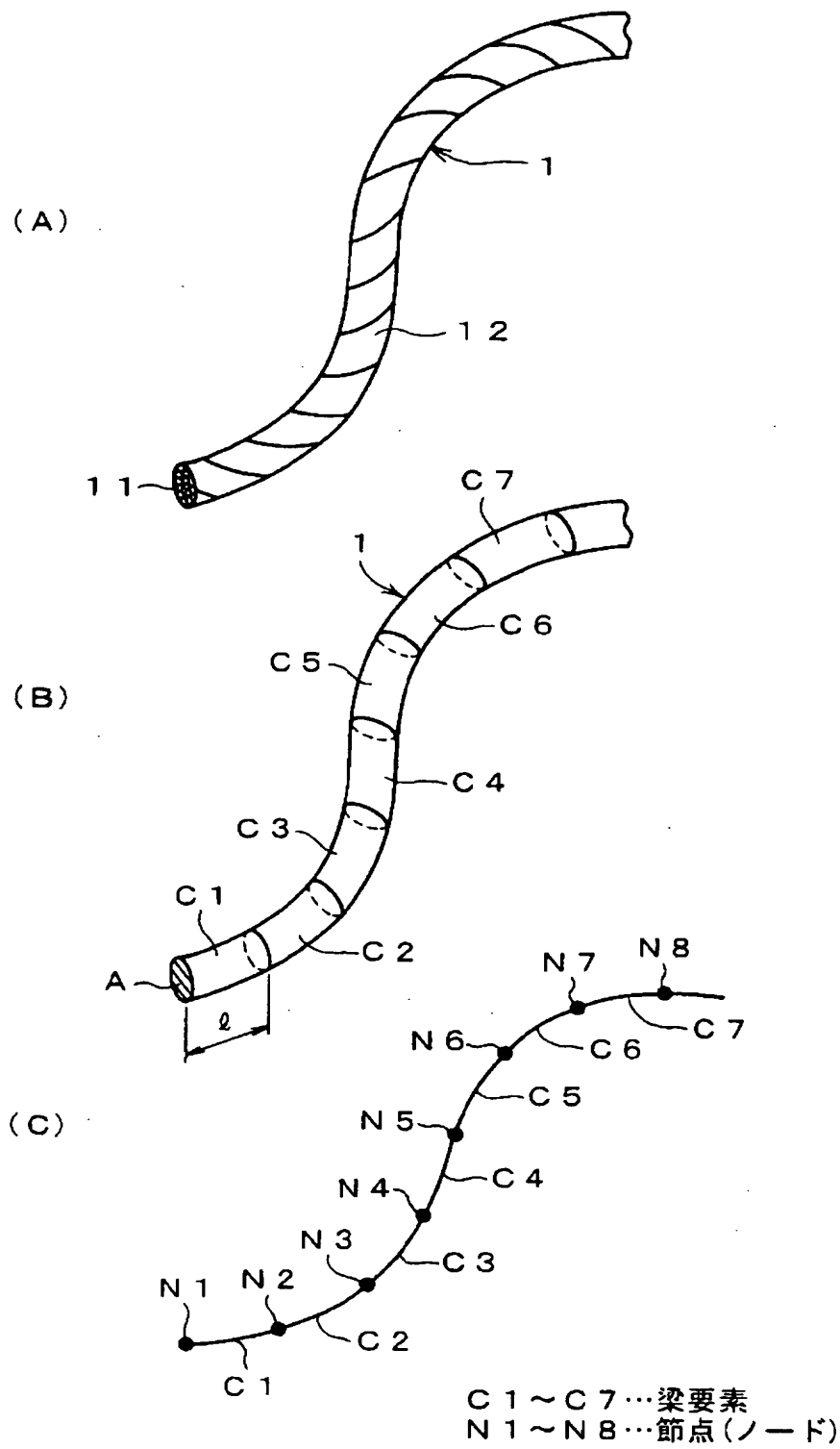


	1	…ワイヤーハーネス
2 a、2 b、2 c、	2 d	…コネクタ
3 a、3 b、3 c、	3 d	…クリップ
	4	…分岐点

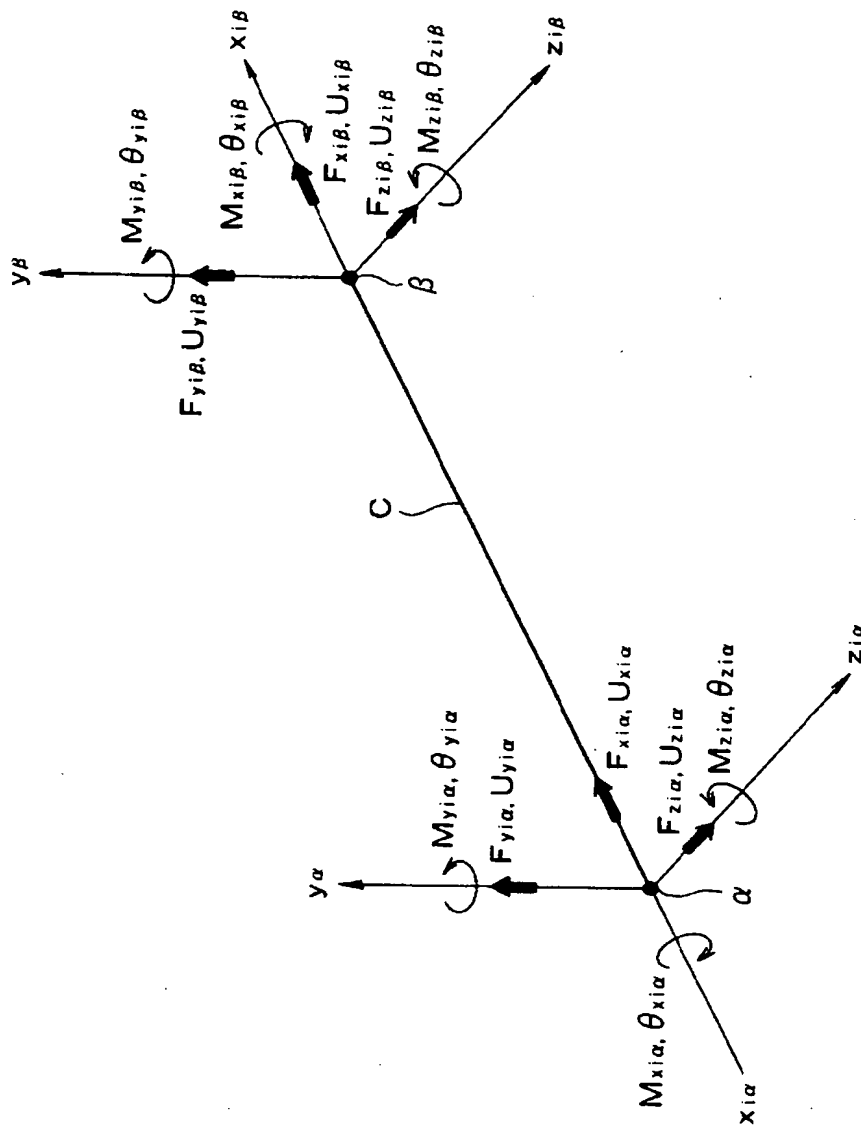
【図 2】

	拘束自由度		X 軸方向 並進	Y 軸方向 並進	Z 軸方向 並進	X 軸廻り 回転	Y 軸廻り 回転	Z 軸廻り 回転
	支持部材							
完全拘束		コネクタ	不可	不可	不可	不可	不可	不可
完全拘束		長穴クリップ	不可	不可	不可	不可	不可	不可
回転拘束		丸穴クリップ	不可	不可	不可	不可	不可	可
回転拘束		コルゲート長穴クリップ	不可	不可	不可	可	不可	不可
回転拘束		コルゲート丸穴クリップ	不可	不可	不可	可	不可	可
完全自由		分岐点	可	可	可	可	可	可

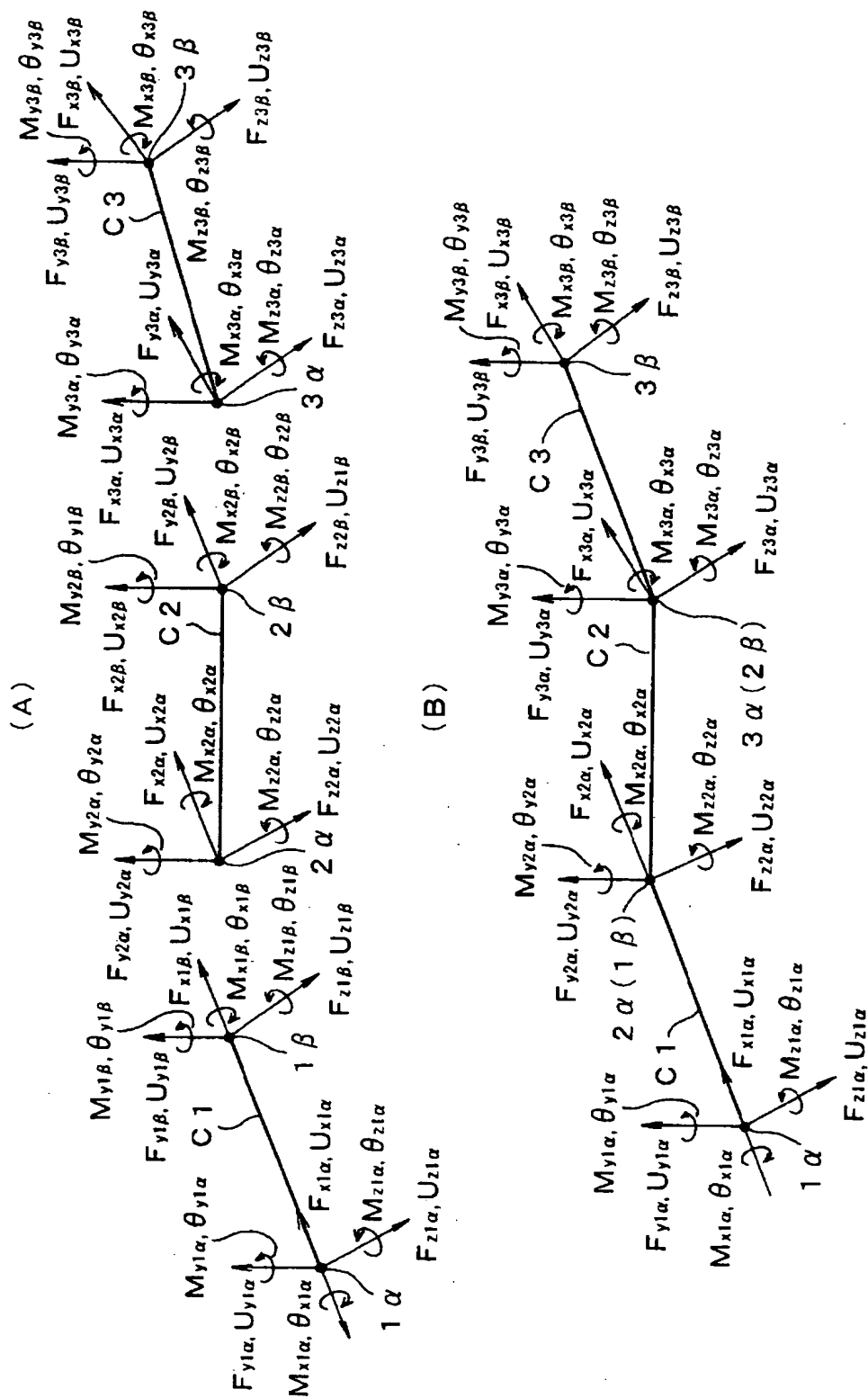
【図 3】



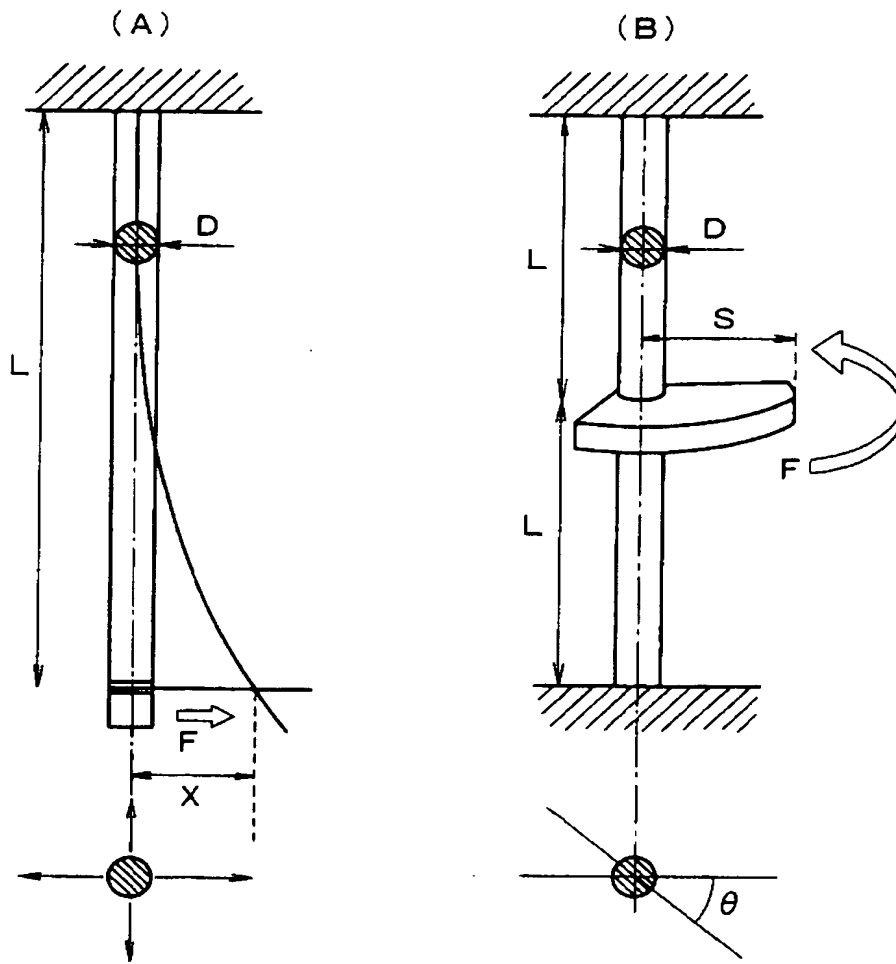
【図 4】



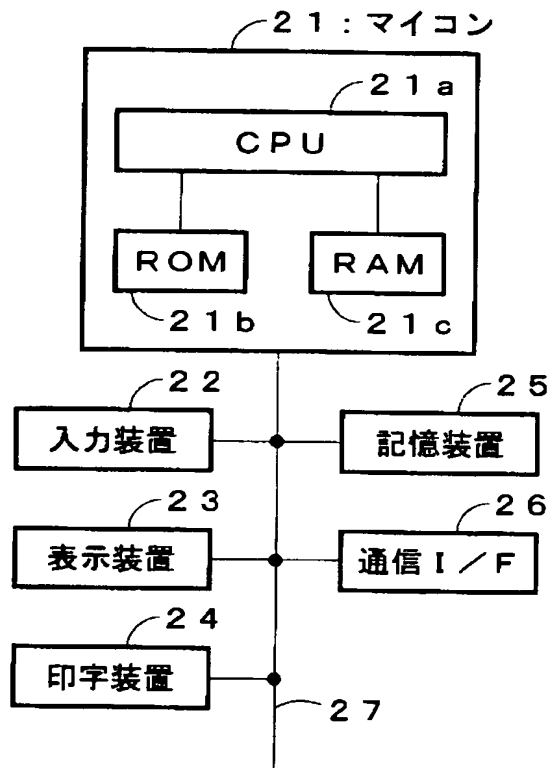
【図 5】



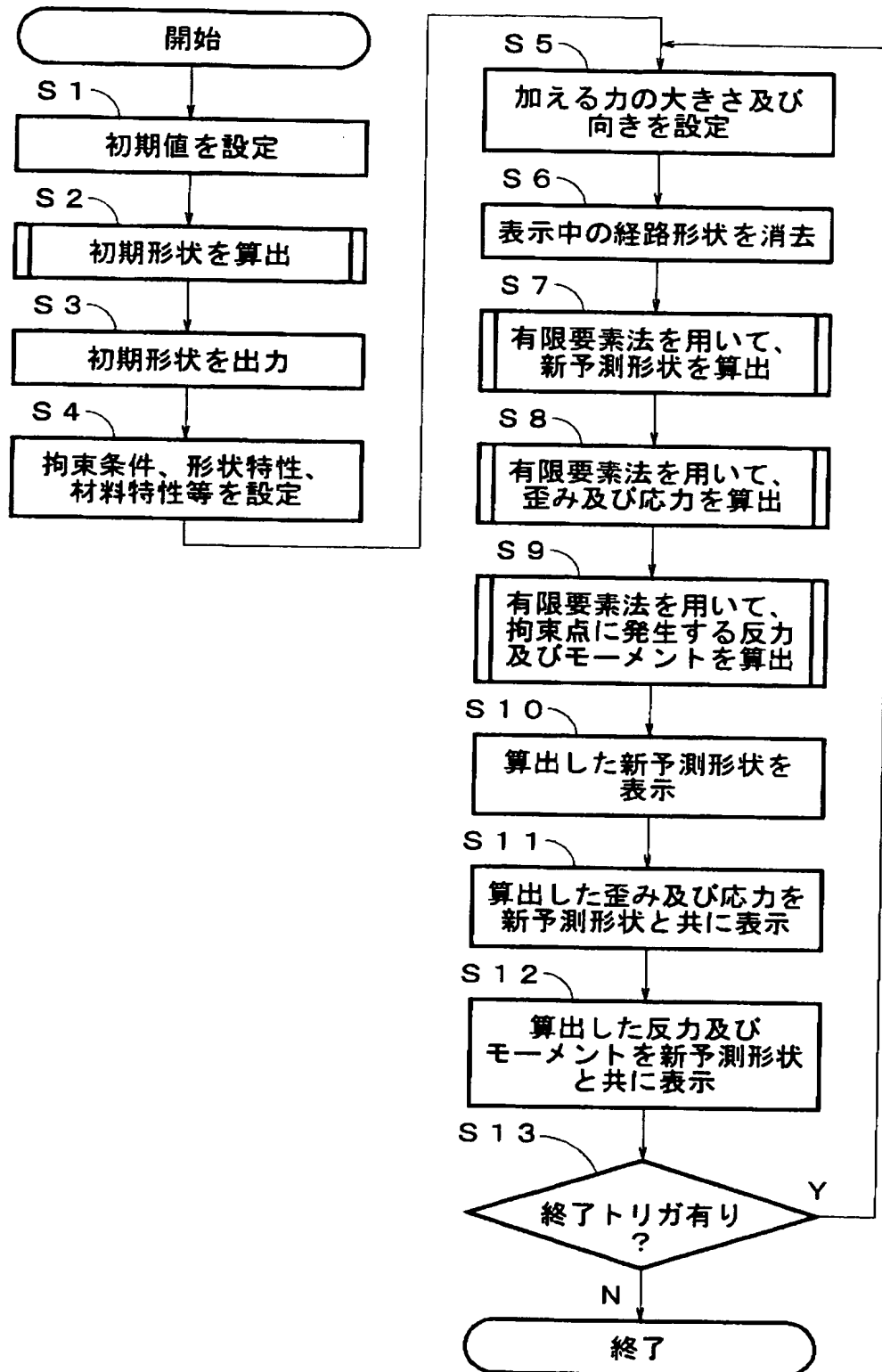
【図 6】



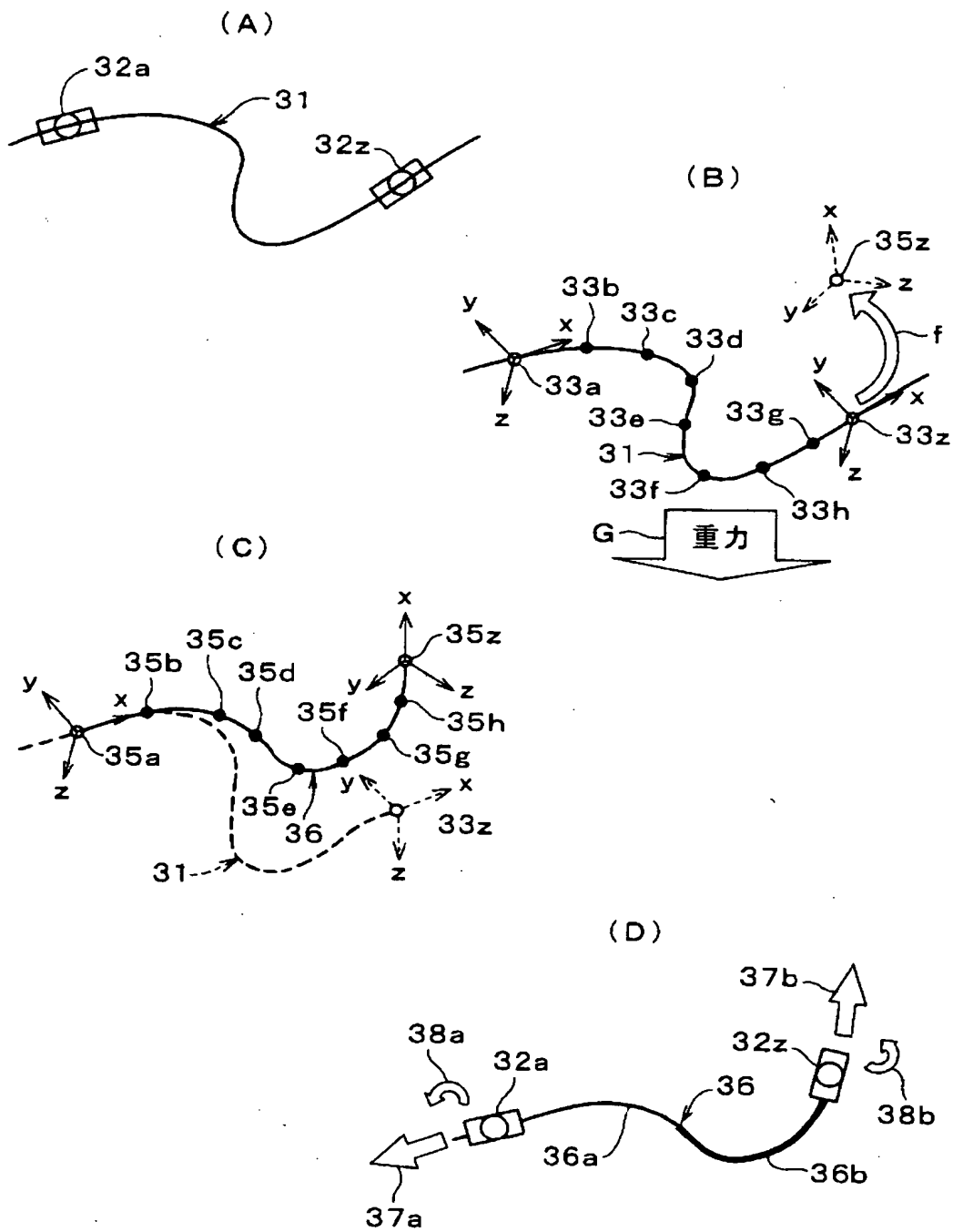
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 合理的な経路設計や作業手順の立案、並びに拘束部材の最適配置や耐久性の検討を、設計者の熟練度に依存することなく、容易かつ正確に行えるように支援する方法及び装置を提供する

【解決手段】 有限要素法にワイヤー様構造物の拘束点、拘束方向、経路長、材料特性、形状特性、重力、並びに加えられた力の大きさ及び向きに関する情報を与えて、ワイヤー様構造物に発生する歪みや応力、或いはワイヤー様構造物の拘束点に発生する反力やモーメントを算出して、その算出結果を多色 3 6 b や矢印 3 7 a、3 8 a で表示する。

【選択図】 図 9

【書類名】 手続補正書
【整理番号】 P84603
【提出日】 平成14年11月21日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2002-279502
【補正をする者】
【識別番号】 000006895
【氏名又は名称】 矢崎総業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100060690
【弁理士】
【氏名又は名称】 瀧野 秀雄
【電話番号】 03-5421-2331

【手続補正 1】**【補正対象書類名】** 特許願**【補正対象項目名】** 発明者**【補正方法】** 変更**【補正の内容】****【発明者】****【住所又は居所】** 静岡県湖西市鷺津 2 4 6 4 - 4 8 矢崎部品株式会社内**【氏名】** 澤井 正義**【発明者】****【住所又は居所】** 静岡県湖西市鷺津 2 4 6 4 - 4 8 矢崎部品株式会社内**【氏名】** 米山 智洋**【発明者】****【住所又は居所】** 静岡県湖西市鷺津 2 4 6 4 - 4 8 矢崎部品株式会社内**【氏名】** 中野 亜希子**【提出物件の目録】****【物件名】** 宣誓書 2**【提出物件の特記事項】** 平成 1 4 年 1 1 月 2 1 日手続補足書により提出

【その他】 本件の出願に際しまして、本件の発明者は「澤井 正義」、「米山 智洋」及び「中野 亜希子」の三名であるところ、誤って「澤井 正義」のみを発明者として願書に記載してしまいました。同日提出の宣誓書に記載のとおり、「澤井 正義」と共に、「米山 智洋」及び「中野 亜希子」も本件の発明者であるとの手続の補正を認めて下さいますようお願い申し上げます。

【ブルーフの要否】 要

特願 2 0 0 2 - 2 7 9 5 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 8 9 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区三田 1 丁目 4 番 2 8 号

氏 名

矢崎総業株式会社